

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Joonas Saarikko

UUDEN TUOTTEEN TUOTANTOKELPOISUUDEN ARVIOINTI JA KEHITYS

Työn ohjaaja lehtori Kari Järvinen  
Työn teettäjä Sandvik Mining and Construction Oy, valvoja  
Tampere 2008

Tampere 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Saarikko Joonas

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Marraskuu 2007

Hakusanat

Uuden tuotteen tuotantokelpoisuuden arviointi ja kehitys

27 sivua + 3 liitesivua

Lehtori Kari Järvinen

Sandvik Mining and Construction Oy

## TIIVISTELMÄ

Tuotannon tehokkuus muodostuu monesta asiasta. Sarjatuotannossa kokoonpantavassa laitteessa ei saa olla ongelmakohtia, jotka hidastavat sen valmistumista. Kaikkien tarvittavien komponenttien ja nimikkeiden on oltava varastojärjestelmässä valmiina ja saatavilla. Moduulien valmistuspisteet ja menetelmien on oltava selvillä ja niiden sovittaminen muuhun tuotantoon suunniteltuna ennen kuin uuden tuotteen voi tuoda tuotantoon. Tavarantoimittajille pitää toimittaa uusimmat tiedot muuttuneista rakennekuvista ja muista muutoksista, jotta voidaan olla varmoja komponenttien virheettömyydestä. Virheelliset komponentit pysäyttävät laitteen tuotannon. Tuotteen valmistettavuuteen liittyvät myös kokoonpanon jälkeiset toimenpiteet.

Tämän työn tarkoituksena on analysoida Sandvik Mining and Constructionin uuden mallisen kallioporalaitteen valmistettavuutta ja sen sovittamista sarjatuotantoon, sekä sille suunnitellun kokoonpanojärjestyksen toimivuutta ja mahdollisia muutostarpeita.

Laitteen kokoonpanovaiheessa puututaan jokaiseen epäkohtaan ja käsitellään ne. Moduulien kokoonpanopaikat kartoitetaan sekä laitteen dokumentit päivitetään tarvittavien muutosten mukaisiksi. Laitteen nimikkeet päivitetään tietojärjestelmään ajantasaisiksi ja virheelliset komponentit poistetaan järjestelmästä.

Joonas Saarikko

Tampere 2007

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Machine Automation

Saarikko Joonas

Engineer Thesis

Thesis Supervisor

Commission Company

March 2007

Keywords

Analyse of new product's processibility and development

27 pages + 3 appendices

Msa. Kari Järvinen

Sandvik Mining and Construction Oy

## ABSTRACT

Production affectivity consist of many segments. Machine build in serial production demands, that there are no unsolved problem, which could slow down the production. All the necessary components and titles has to be integrated to the stocking system. Place- and methods of manufacture of modules should be planed. Newest version of needed pictures and other documents must be delivered to Suppliers so that it's secured that the supplied components are correct. Incorrect components stop the production immediately. There are also operations which have to be done after the production .

The purpose of this study is to analyse and develop manufacturing of new rock drilling machine. Along the manufacturing the machine we will analyse the assembly order witch is ordered and tried to find out, can this product be manufactured in our production or does it need any changes.

If any fault or error is shown in assembly of the machine it will be immediately intervened and solved. Assembly places of modules will be defined and documents of the machine will be updated. Stock tracing system will be updated and incorrect and old components will be removed from the system.

## ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Sandvik Mining And Construction Oy:n Surface-osastolle. Työn tarkoituksena oli uudenmallisen kallioporolaitteen valmistettavuuden ja tuotantokelpoisuuden arviointi ja laitteen kehitys.

Kiitokset haastavasta ja laajasta tutkintotyön aiheesta kuuluvat esimiehelleni Tapio Tuomistolle sekä Janne Vehkakoskelle. Lisäksi haluan kiittää Ville Vatajaa ja Kimmo Pyyköstä, joiden tieto taito oli usein hyvin tarpeellinen. Työ eteni hyvin ja määrätietoisesti, kun tukena oli osaava tiimi, joka koostui suunnittelun, tuotannon ja hankinnan henkilökunnasta. Kiitokset myös työni ohjaajalle Kari Järviselle, jolta aina tarvittaessa sai ohjeita työssä etenemiseen.

Kiitos kuuluu myös laitteen asennuksista ja kokoonpanosta vastanneille ammattitaitoisille asentajille.

Tampereella 17.3.2008

Joonas Saarikko

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	4
1 JOHDANTO .....	6
2. YRITYSESITTELY.....	7
2.1 Sandvik Ab /4/ .....	7
2.2 Mining and Construction /4/ .....	8
2.3 Tampereen tehdas /4/ .....	8
3. UUDEN LAITTEEN KEHITYS TUOTANTOKELPOISEKSI .....	10
4. MAANPÄÄLISTEN LAITTEIDEN TUOTANTO .....	10
4.1 Yleistä tuotannosta.....	10
4.2.....	11
5.....	11
5.1 .....	11
5.2 .....	11
5.3 .....	11
5.4 .....	11
5.5 .....	11
5.6 .....	11
5.7.....	11
5.8 .....	11
6. UUSI LAITE.....	12
6.1 Virheitä ja puutteita.....	12
6.2 Virheiden ja puutteiden käsittely .....	12
6.3 Tarvittavia muutoksia .....	13
7. VALMISTUKSEN AIKANA TAPAHTUVA TUOTESUUNNITTELU .....	14
7.1 Laitteen letkut .....	14
7.2 Laitteen johdotus.....	15
7.3 Hydrauliiikkaputket.....	15
8. TUOTANTOKELOPOISUUDEN ARVIOINTI.....	15
8.1 Tuotantokelpoinen laite.....	16
8.2 Tuotantokelpoisuus.....	16
8.3 Edellytykset tuotantokelpoisuudelle .....	17
8.4 Nosto- ja työapuvälineet .....	18
8. 5 Tuotannon suunnittelu.....	18
8. 6 Koulutuksen tarve .....	19
9. SELVITYS KOKOONPANOJÄRJESTYKSESTÄ.....	20
9. 1 Kokoonpanojärjestyksen toimivuus.....	20
10. YHTEENVETO .....	21
LÄHDELUETTELO.....	22
LIITTEET.....	23

## 1 JOHDANTO

Tämä tutkintotyö on tehty Sandvik Mining And Construction Oy:n Tampereen tehtaassa Surface-osastolle. Tutkintotyö käsittelee uuden laitteen valmistettavuuden arviointia ja tuotantokelpoisuutta. Työn tuloksena on selvitys laitteen kokoonpantavuudesta ja tarvittavista rakenteen, sähköjen ja tuotantoympäristön muutoksista. Tavoitteena on selvittää voiko laitteen siirtää sarjatuotantoon. Laitteelle on suunniteltu kokoonpanojärjestys, jonka mukaan laite kokoonpantiin. Samalla tutkitaan, vaatiiko kokoonpanojärjestys muutoksia tai voiko sitä vielä kehittää tehokkaammaksi. Työ vaatii laajaa perehtymistä tuotannossa käytettäviin varastointi- ja dokumenttiarkisto-ohjelmiin sekä laitteen rakenteeseen.

Tutkittavien tietojen ja menetelmien seuraaminen tapahtuu seuraamalla laitteen kokoonpanoa alusta loppuun. Seurannassa havaitut epäkohdat ja parannusmahdollisuudet kirjataan tiedonkeruujärjestelmään. Tiedonkeruujärjestelmästä tieto välittyy suunnittelun ja tuotannon henkilöiden nähtäväksi, ja näin esille tulleisiin kehityskohteisiin päästään heti käsiksi. Kaikkiin havaittuihin ongelmiin puututaan välittömästi ja pyritään löytämään ongelmalle ratkaisu.

Tutkintotyön kirjallinen rakenne on jaettu kahteen osioon. Ensimmäisessä osiossa keskitytään teoriaan, jossa selvennetään Sandvik konserni, Sandvik Mining and Construction Oy sekä Tampereen tehdas. Tämän jälkeen käsitellään teoriaa suunnittelun, tuotekehityksen ja tuotannonkehityksen vaikutuksesta tuotteen valmistettavuuteen. Teoriaosassa käsitellään myös uuden tuotteen tuotannollisia etuja ja kerrotaan yleisesti uudesta ohjausjärjestelmästä ja sen tuomista eduista.

Tutkintotyön toisessa osiossa käydään läpi laitteen kokoonpano ja esille tulleet epäkohdat. Osiossa tutkitaan myös tuotantomenetelmien toimivuutta ja mahdollisia kehityskohteita.

## 2. YRITYSESITTELY

### 2.1 Sandvik Ab /4/

Sandvik Ab on huipputekniikka yritys, jolla on kehittyneet tuotteet ja markkinajohtajan asema valituilla osa-alueilla. Yrityksen toiminta kattaa kolme liiketoiminta-aluetta, jotka ovat Tooling, Mining and Construction sekä Materials Technology. Yrityksen palveluksessa on noin 42 000 työntekijää, ja toimintaa yrityksellä on 130:ssä eri maassa. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2006 noin 3,6 miljardia euroa.

Sandvik on perustettu Ruotsissa vuonna 1862. Sandvikin liiketoiminnan filosofian perusajatus on, että Sandvikin tulee olla johtava yritys valituilla liiketoiminnan alueilla. Sandvikin tuotteet perustuvat korkeisiin arvoihin, ja tuotteet on kehitetty läheisessä yhteistyössä asiakkaiden kanssa.

Laatu on ohjaava tekijä globaalissa toiminnassa.

Sandvikin tavoite on parantaa jatkuvasti asiakkaiden tuotantokykyä ja sen mukana kannattavuutta. Sandvikin tuotteiden ja palveluiden tulee tuottaa asiakkaille maksimaalinen tulos suorituskyvyssä, laadussa, nopeudessa, turvallisuudessa, joustavuudessa ja taloudellisuudessa.

Sandvik on keskittynyt kasvuun, myynti on jatkuvassa nousussa. Jotta luotaisiin vankka pohja jatkuvalla laajentumiselle, liiketoiminta on jaettu kolmeen pääalueeseen, jotka on jo edellä mainittu.

## 2.2 Mining and Construction /4/

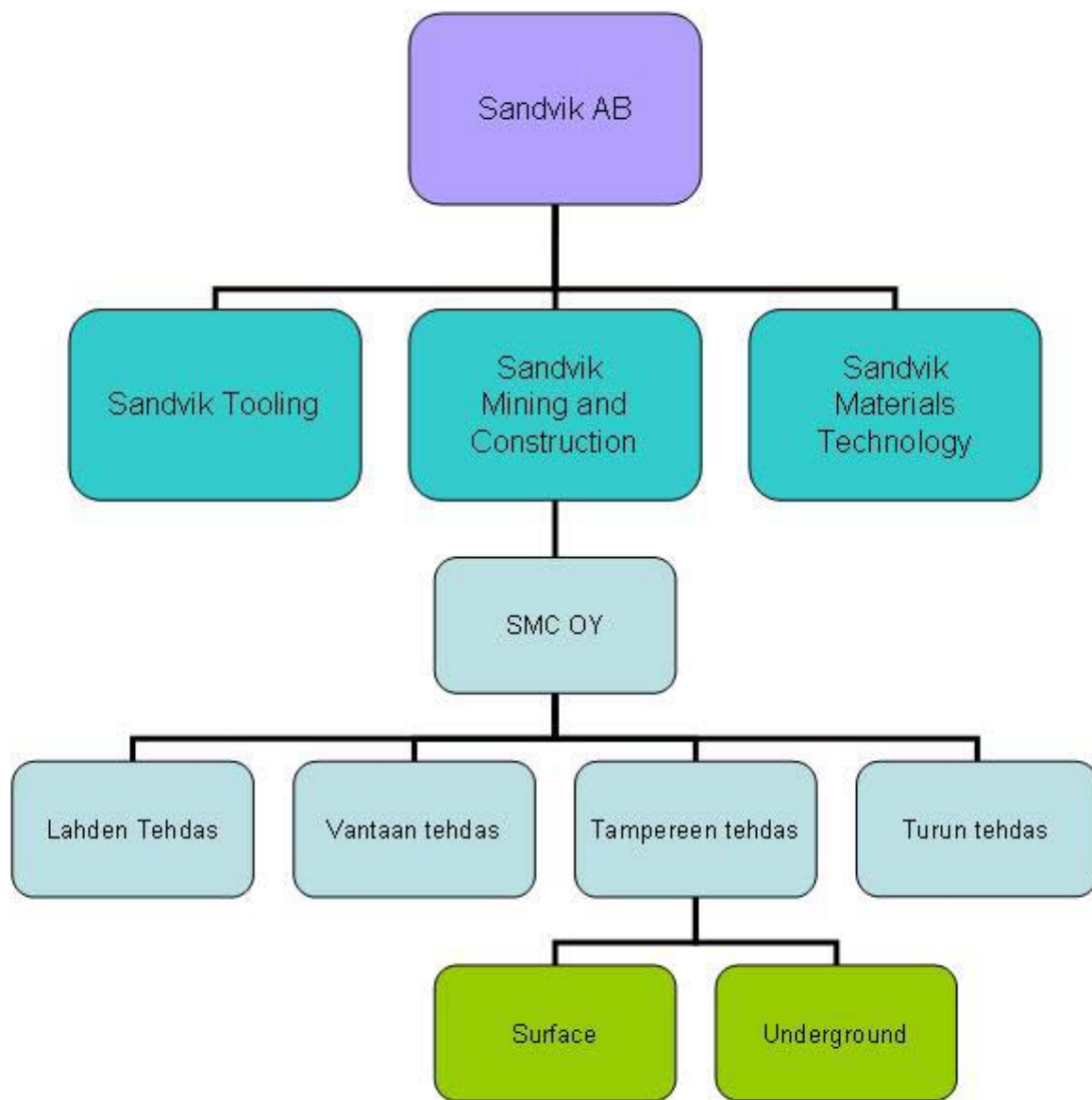
Sandvik Mining and Construction on Sandvik konsernin yksi liiketoiminnan ala. Sandvik Mining and Construction toimii 130 maassa ja työntekijöitä on noin 12 200.

Johtajana toimii Lars Josefsson. Sandvik Mining and Construction on maailman johtava laitteiden ja ratkaisuiden tuottaja kaivos- sekä rakennusteollisuudelle. Kaivosteollisuudelle laitteita tehdään niin maan alle kuin maan päällekin kattaen materiaalin irrotuksen ja kuljetuksen. Rakennusteollisuudelle tarjotaan ratkaisuja materiaalin kuljetukseen, tunnelien tekemiseen, räjäytykseen ja kierrätykseen. Sandvik Mining and Construction Oy on Sandvik- konserniin kuuluva yhtiö, johon on yhdistetty valtaosa Sandvik Mining and Construction (SMC) liiketoiminta-alueen Suomen toiminnoista sekä Sandvikin kahden muun liiketoiminta-alueen, Sandvik Toolingin ja Sandvik Materials Technologyn, Suomen toiminnot.

## 2.3 Tampereen tehdas /4/

Tampereen tehtaan juuret ulottuvat vuoteen 1856, jolloin Tampella perustettiin. Turun tehdas perustettiin 1913 ja Lahden 1978. Nämä erilliset edeltäjäyhtiöt yhdistettiin 1997 ja vuodesta 1998 vuoteen 2006 nimenä oli Sandvik Tamrock Oy. Vantaan toimipaikka sulautettiin yritykseen vuoden 2004 alusta. Tampereen tehdas Myllypurossa on aloittanut vuonna 1972. Yrityksen nimi on ollut 13.3.2006 alkaen Sandvik Mining and Construction Oy. Tampereen tehtaalla valmistetaan maanpäällisiä avolouhintalaitteita, tunnelinporauslaitteita, tuotantoporauslaitteita sekä pultituslaitteita. Tampereen tehdas työllistää nykyään noin 1200 henkilöä. Tampereen tehdas voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: maanpäälliset ja maanalaiset laitteet.

Tuotteet, jotka Tampereella tehdään, myydään Sandvik Mining and Constructionin myyntiorganisaation kahdentoista markkina-alueen kautta maailmalle.



Kuva 1. Organisaatiokaavio

### **3. UUDEN LAITTEEN KEHITYS TUOTANTOKELPOISEKSI**

Uuden laitteen kehityksessä pitää puuttua jokaiseen havaittuun valmistusvirheeseen ja dokumenttipuutteeseen. Kaikki muutosehdotukset on analysoitava huolella. Olemassa olevaa palaute järjestelmää on käytettävä mahdollisimman tehokkaasti, seurattava muutosten etenemistä ja oltava tiiviisti yhteydessä muutosten laatijoihin. Kehitykseen pitää saada tarpeeksi aikaa, jotta asiat saadaan heti korjattua perusteellisesti ja tarkasti ilman, että sama asia joudutaan tuomaan tulevaisuudessa uudestaan esille. Tässä työssä käsiteltävä 0-sarjan laite on jo aiemmin käynyt eri kehitysprosesseja lävitse. Työn aikana on kuitenkin tullut esille, että laitteessa on vielä paljon kehitettävää ennen kuin se on valmis sarjatuotantoon. Laitetta tullaan myymään erilaisilla optioilla, joista osa on vielä kehitystasolla. Työssä käsitellyn laitteen kokoonpanon aikana seurattiin tarkasti sille suunniteltua kokoonpanojärjestystä. Suunniteltu järjestys osoittautui toimivaksi. Tuotannon pitää varmistaa, että kokoonpanojärjestys saadaan sulautettua hyvin tuotantoon. Tämä saadaan toteutettua kokeilemalla linjan toimivuutta seuraavilla 0-sarjalaisilla. Laitteen ensimmäistä sarjakokoonpanoa pitää seurata tiiviisti ja tehdä tarkka analyysi tuotantoon tarvittavista muutoksista ja lisäyksistä. Nyt jo on tiedossa, että joitakin lisäyksiä tuotantoon saatetaan tarvita.

## **4. MAANPÄÄLISTEN LAITTEIDEN TUOTANTO**

### **4.1 Yleistä tuotannosta**

Sandvik Mining an Constructionin Tampereen tehtaan moderneissa ja tehokkaissa tuotanto tiloissa valmistetaan neljää eri kallioporavaunu mallia. Tuotantotilat uudistettiin vuosituhannen vaihteessa. Uudistus tehosti tuotantoa huomattavasti. Näin pystytään

vastaamaan jatkuvasti kasvavaan kysyntään. Nykyisessä tuotantojärjestelmässä valmistetaan kahta toisistaan poikkeavaa poravaunutyyppeä. Valmistettavat laitteet ovat DP , DX ja DC. DP on näistä isoin kiinteä ylävaunullinen laite ja DX on DP:tä pienempi malli, jossa on kääntyvä ylävaunu. Pienin maanpäällinen kallioporalaitte on DC. Kaikista malleista on saatavilla monia eri versioita laajalla optiolaitteiden valikoimalla.

## 4.2

## 5.

### 5.1

Kuva 2

## 5.2

## 5.3

## 5.4

## 5.5

## 5.6

### 5.7

## 5.8

## 6. UUSI LAITE

### 6.1 Virheitä ja puutteita

Kokoonpanon aikana jouduttiin puuttumaan monenlaisiin virheisiin ja puutteisiin. Yleisimpiä virheiden aiheuttajia olivat suorat valmistus- tai laatu virheet, esimerkiksi alihankkijan nimikkeiden teko vanhoilla kuvilla tai toimitusten huomattava viivästyminen. Suunnittelu ei ollut toimittanut muutoksia tuotantoon. Tuotantoon tilattiin nimikkeitä vanhoilla revisioilla, koska uusia ei ollut toimitettu alihankkijalle. Laitteen rakenteen puutteet ja epäjärjestys aiheuttivat myös usein sekaannusta ja paljon ylimääräistä työtä kuten kokoonpanojen erikseen tekemistä. Nimikkeitä saattoi mennä väärille vaiheille ja vääriä määriä. Esimerkiksi rakenne saattoi pyytää kokoonpanoa, ja kuitenkin nimiketiedoilla tuli pelkät kokoonpanoon vaadittavat osat, mutta kokoonpanemattomana. Edellä mainittujen virheiden takia suurin osa laitteen kokoonpanojasta meni nimikkeiden erikseen tilaamiseen, muutoksiin ja toimitusten odotteluun. Laitteen mekaanisella puolella ilmeni kehitettävää monessa nimikkeessä. Eniten jouduttiin puuttumaan optiolaitteisiin liittyviin kohteisiin. Sähköpuolella suurimmat ongelmat olivat tavaran saamisessa alihankkijalta. Myös sähköliittimien kokoonpano oli usein virheellistä, ja huonoja liittimiä korvattiin uusilla. Ohjelmapuolella eniten kehitystä ja testaamista tarvitaan optiolaitteiden ohjauksissa.

### 6.2 Virheiden ja puutteiden käsittely

Tämän työn aikana kaikki virheet ja puutteet kirjattiin ylös ja käsiteltiin. Kokoonpanon aikana esiintyneet virheet ja puutteet dokumentoitiin ja kirjattiin palautejärjestelmään. Kaikki kirjatut dokumentit ovat suunnittelun ja tuotannon henkilöiden nähtävissä välittömästi kirjauksen jälkeen. Palautejärjestelmän taulukosta

(liite 2.) voi lähes reaaliaikaisesti seurata miten virheisiin tai parannusehdotuksiin reagoitiin ja mihin lopputulokseen päädyttiin. Palautejärjestelmästä selviää, mitä osaluetta asia koskee, milloin palaute on jätetty ja kenelle palaute on kohdistettu. Palaute käsitellään ja järjestelmään merkitään, mihin ratkaisuun päädyttiin. Näin se on kaikkien nähtävissä heti ilman viiveitä. Pääasiassa tätä järjestelmää käytetään tietoväylänä suunnittelun henkilölle. Tuotantoon ja alihankkijoille palaute virheistä ja puutteista annettiin välittömästi ja niihin reagoitiin. Korjaavat toimenpiteet pyrittiin tekemään välittömästi. Mitään palautejärjestelmää ei kuitenkaan käytetty, vaikkakin se olisi varmasti ollut hyödyllinen, koska näin asioiden edistymistä olisi voitu seurata tehokkaammin. Kuva palautetaulukosta on nähtävissä liitteesä 2.

### 6.3 Tarvittavia muutoksia

Tämän työn aikana tuli myös havaita ja etsiä mahdollisia lisäyksiä tuotantoon, jotta laitteen sulautuminen onnistuisi ilman suuria ongelmia. Moduulien kokoonpanopaikkoja kartoitettiin ja osa moduuleista saatiin jo koottuakin niille tarkoitetuissa paikoissa. Selvittää tulee vielä moottorimoduulin kokoonpanopaikka ja joidenkin moduulien kokoonpanomahdollisuus jo alihankkijalla. Työn aikana sähköjohtojen pituudet mitoitettiin, ja seuraaviin laitteisiin sähkökokoonpanot tullaankin kasaamaan ja johdottamaan alihankkijalla. Osakokoonpanoissa ja loppukokoonpanossa tarvitaan useita hylly-nimikkeitä, joita osaa ei suoraan hyllystä löytynyt tai niitä jouduttiin etsimään. Kokoonpanojen valmistuksen ja tuotannon tehokkaan onnistumisen edellytyksenä on, että kaikki osat ja nimikkeet ovat heti saatavilla. Tähän liittyen seuraavien laitteiden osakokoonpanojen yhteydessä tulee kirjata tarkasti kaikki tarvittavat nimikelisäykset sekä kartoittaa niille optimaaliset paikat. Nostoapuvälineiden sijoitus tuotantoon tulee myös suunnitella. Hissikeräilyä tarvitsee tehostaa poistamalla kaikki vanhat, tai väärät nimikkeet. Keräiltävistä nimikkeistä tulee tehdä rypäslavoja, jolloin keräily nopeutuu huomattavasti. Monia edellä mainittuja asioita laitettiin vireille jo tämän työn aikana. Parannettavaa seuraavista laitteista todennäköisesti vielä löytyy, mutta huomattavasti vähemmän. Tärkeää laitteiden kehityksen kannalta on, että niille

saisi tarpeeksi aikaa kokoonpanoon ja kehitykseen, jolloin asiat pystyttäisiin käsittelemään perusteellisemmin.

## **7. VALMISTUKSEN AIKANA TAPAHTUVA TUOTESUUNNITTELU**

Tuotteiden tarkka ja yksityiskohtainen kehitys vie paljon aikaa. Yksinkertaisenkin tuotteen kehityksessä kuluu helposti vähintään vuosi. Monimutkaisempia tuotteita kehitetään useita vuosia. Tässä työssä käsiteltyä 0-sarjan laitteen joitakin osa-alueita jouduttiin vielä kokoonpanon aikana suunnittelemaan. Useimmiten kohteena oli optiolaite, jota ei aikaisemmassa 0-sarjan koneessa ole ollut. Näille tarkoitettuja telineitä, sijoituspaikkoja ja toiminnallisuutta ei siis aiemmin ole voinut käytännössä kokeilla. Normaalisti valmistuksen aikaista suunnittelua on vain prototyypin laitteissa.

### **7.1 Laitteen letkutus**

Edellisen 0-sarjan laitteen valmistuksessa pyrittiin mitoittamaan kaikki laitteen letkut. Laitteessa ei kuitenkaan ollut kaikkia optioita, eli joitakin letkumittoja jäi käsittelemättä.

Tässä työssä käsiteltyyn laitteen joihinkin moduuleihin jouduttiin tekemään muutoksia, mikä pakotti mitoittamaan letkutusta uusiksi. Optiolaitteiden

letkumitat olivat kaikki mitoittamatta, ja hydraulikka- ja pneumatiikkaletkujen pituudet kirjattiin kokoonpanon yhteydessä. Kirjatut pituudet toimitettiin välittömästi suunnitteluun, jossa tehtiin muutokset tarvittaviin kuviin ja letkusetit päivitettiin ajantasalle.

## 7.2 Laitteen johdotus

Laitteen johdotuksien vetoreitit oli suunniteltu edellisessä 0-sarjan laitteessa, johtojen mittoja ei kuitenkaan ollut vielä määritetty. Tämän työn aikana kaikkien johtojen pituudet mitoitettiin ja ne toimitettiin suunnittelun kautta alihankintaan. Näin tuleviin laitteisiin johtosettien on määrä tulla valmiiksi keskuksiin asennettuina ja määrämittaan katkaistuna. Laitteen johdotuksen suunnittelua ja mitoitusta työn aikana hankaloitti sähkötarvikkeiden huomattava viivästyminen, ja näin mitoitustyö jouduttiin tekemään kiireen alla. Alihankkijan työn laadussa oli usein paljon huomauttamista. Liittimiä ja kokoonpanoja oli kasattu huolimattomasti ja virheellisesti. Palaute näistä annettiin toimittajalle, mikä toivottavasti vaikuttaa tulevaisuuden laatuun. Kirjatut pituudet, puutteet ja parannusehdotukset välitettiin suunnitteluun, jossa tehtiin muutokset tarvittaviin kuviin ja johtosetit päivitettiin ajantasalle. Tieto toimitettiin myös alihankkijalle. Tulevia laitteita silmällä pitäen sähköjen laatu- ja toimitus ongelmat tulisi kartoittaa ja selvittää yhdessä alihankkijan kanssa.

## 7.3 Hydrauliiikkaputket

Surface tuotannon laitteissa ei hydrauliputkia ole aikaisemmin käytetty. Uuden malliset laitteet tuovat hydrauliputket uutena asiana tuotantoon. Putkien asennus, tässä työssä käsiteltyyn laitteeseen, sujui pääosin ongelmitta. Ainoastaan kahta putken mittaa ja taivutusta jouduttiin muuttamaan.

## 8. TUOTANTOKELOPOISUUDEN ARVIOINTI

Tuotantokelpoisuuden arviointi on osa uuden laitteen kehitystä. Tärkeää on, että laite saadaan kehitettyä tuotantokelpoiseksi ennen tuotantoon siirtämistä. Tuotannossa jo

olevaan laitteeseen tehtävät muutokset ovat aina vaikeampia toteuttaa, ja usein muutokset myös vaikuttavat myös muihin osiin ja kokonaisuuksiin. /2/

## 8.1 Tuotantokelpoinen laite

Tuotantokelpoisuuden arviointi on tärkeä osa uuden laitteen kehitystä. Tuotantokelpoinen laite tarkoittaa laitetta, joka voidaan valmistaa tuotannossa jouhevasti ilman ongelmia. Tämä tarkoittaa toimittajien, tuotannon ja tuotantojärjestelmän saumatonta yhteensopivuutta. Sarjatuotantolaitteessa ei saa olla selvittämättömiä epäkohtia. Tuoterakenne ja laitteen valmistettavuus vaikuttavat läpäisy aikaan ja valmistuskustannuksiin. Toimiva modulaarisuus nopeuttaa kokoonpanotyötä huomattavasti.

## 8.2 Tuotantokelpoisuus

Uuden laitteen tuotantokelpoiseksi saattaminen vaati vielä kehitystyötä. Tämän työn aikana tehdyt muutokset ja parannukset järjestelmään, rakenteeseen, sähköihin ja ohjelmiin tulee testata ja todeta toimiviksi ennen tuotantoon siirtämistä. Jotkin osakokoonpanoista jouduttiin kasaamaan niille kuulumattomilla paikoilla. Moduulien kokoonpanon toimivuutta ja tuotantoon sulauttamista ei kaikkien moduulien osalta pystytty tästä syystä arvioimaan. Rautarakenteiden mittatarkkuuksissa oli usein huomauttamista, ja laatu oli heikkoa. Varsinkin rungon mittatarkkuuksissa oli laatuongelmia. Laatuongelmat tulee selvittää ja käsitellä ennen tuotantoon siirtoa. Tässä työssä käsitellyn laitteen kokoonpanon arvioinnin perusteella se ei ole vielä tuotantokelpoinen. Arvioinnin aikana laitteeseen tehtiin useita muutoksia ja parannusehdotuksia. Sillä edellytyksellä, että nämä muutokset ovat toimivia, on laite jo hyvin lähellä tuotantokelpoista laitetta. Laitteen modulaarisuuden ja tehokkaan tuotantoon sopivan kokoonpanojärjestyksen ansioista laite tulee olemaan tuotantovaalmina hyvin tuotantoon sopiva.

### 8.3 Edellytykset tuotantokelpoisuudelle

Uudenmallisen laitteen 0-sarjan toisen laitteen arvioinnin perusteella se on jo lähellä tuotantokelpoista laitetta. Uusi laite soveltuu olemassa oleviin tuotantotiloihin ilman suuria muutoksia. Joitakin pieniä lisäyksiä kuitenkin tullaan tarvitsemaan. Nyt on kartoitettu kaikki ongelmakohdat ja niihin kehitetään ratkaisuja. Tärkeää ennen tuotantoon siirtämistä on varmistaa ja suunnitella seuraavat asiat:

- Keräilyn toimivuus
  - Kaikki nimikkeet tulevat oikeille vaiheille ja oikein koottuna
  - Nimikkeistä tehdään rypäslavoja keräilyn nopeuttamiseksi
  - Rakenne pyytää oikean reviision nimikkeitä
- Moduulien kokoonpanopaikat todettava toimiviksi
  - Kartoitettava mahdolliset nimikelisäykset moduulien kokoonpanopaikkojen hyllyihin
- Tuotantotiloihin tarvittavat lisäykset ja muutokset selvitettävä
  - Kartoitettava mahdolliset nimikelisäykset tarvikehyllyihin
  - Tarvittavien nimikelisäyksien sijoittelun suunnittelu ja toteutus
  - Nostoapuvälineiden sijoittelu
- Alihankkijoiden toimittamat nimikkeet
  - Sähkökokoonpanojen laatu tulee vastata odotuksia
  - Sähköjohtojen valmismittat ovat sopivat
  - Sähkökokoonpanojen toimitusaika vastaa edellytyksiä
  - Sähkökokoonpanot valmiina alihankkijalta virheettominä
  - Runkomodulin mittavirheiden syyt selville
- .
  - .
  - .
- Ohjausjärjestelmä
  - Toimivuuden varmistaminen

- Opitilaitteiden testaus ja toiminnan varmistus
- Ohjelmointityökalu tuotantoon
- Koulutustarpeet
  - Täydennetään asentajien osaaminen laitteen vaatimuksien mukaan
- Nostoapuvälineet
  - Katteiden nostoapuvälineen toimivuuden varmistaminen
  - Puomin letkutusjigin toimivaksi kehittäminen

## 8.4 Nosto- ja työapuvälineet

Tämän työn aikana arvitettiin ja testattiin laitteille suunniteltuja nosto- ja työapuvälineitä. Hytin nostoapuvälineeseen tehtiin pieni muutos ja todettiin se toimivaksi. Katteiden nostoapuvälinettä ei vielä ollut saatavissa tätä työtä tehdessä, joten sitä ei päästy testaamaan. Kyseinen nostoapuväline on tekeillä, ja sen toimivuutta voidaan arvioida seuraavan 0-sarjan laitteen kokoonpanon yhteydessä. Oletettavissa on, että katteiden nostoapuväline vähintään puolittaa katteiden aseukseen kuluvan ajan.

Seuraavan 0-sarjan laitteen yhteydessä tuleekin arvioida tämän nostoapuvälineen toimivuus ja mahdollinen kehitystarve. Puomin ja syöttölaitteen nostoapuvälineet toimivat odotetulla tavalla. Lokasuojakokoonpanoon suunniteltu työapuväline testattiin oikeanpuoleisen lokasuojakokoonpanon yhteydessä ja todettiin erittäin hyödylliseksi ja toimivaksi. Pieniä rakennevahvistuksia ja muutoksia siihen kuitenkin vielä joudutaan tekemään. Oikean lokasuojan kokoonpanoa telineessä ei kireän aikataulun takia ehditty testata. Telojen nostoapuväline toimi ongelmitta. Moottorin nostoapuväline toimi myös moitteetta.

## 8.5 Tuotannon suunnittelu

Olemassa oleva tuotantojärjestelmä toimii nykyisellään tehokkaasti. Uudenmalliselle laitteelle on suunniteltu järjestelmään sopiva kokoonpanojärjestys, joten suuria

muutoksia ei tulla tarvitsemaan. Kohdassa 8.4 on tuotu esille mahdolliset kehityskohteet ja lisäykset.

## 8. 6 Koulutuksen tarve

Uudenlainen laite vaatii aina uudenlaista osaamista. Vaikka Surface-osaston asentajat ovat yleisesti ottaen hyvin osaavia ja ammattitaitoisia, tuo uusi laite mukanaan ominaisuuksia, joihin tulisi järjestää koulutus. Hydraulinen ja mekaaninen osaaminen on varmasti niin korkeatasoista, että niihin ei erikoiskoulutusta tarvitse. 0-sarjan laitteiden kasaamisessa mukana olleet asentajat ja muut henkilöt voivat siirtää jo opitun tietotaidon Surfacen muille asentajille. Kattavat ja yksityiskohtaiset asennus- ja kaaviokuvat takaavat laitteiden kokoonpanon onnistumisen.

Säätötoimenpiteet muuttuvat huomattavasti totutuista, ja säätöohjeet ovat vielä puutteelliset. Uudet nostoapuvälineet vaativat aina koulutuksen. Alla on listattu ehdotus järjestettävistä koulutuksista.

- Peruskoulutus
  - .
  - .
  - .
  - .
- .
  - .
  - .
- Säätö ja testaus
  - Poraaminen testipenkissä
  - Säätötoimenpiteet
- Nostoapuvälineet
  - Uusien nostoapuvälineiden käyttö

## **9. SELVITYS KOKOONPANOJÄRJESTYKSESTÄ**

Tässä työssä käsiteltävän laitteen kokoonpanojärjestys on tarkkaan suunniteltu tuotantoon sopivaksi. Työn aikana pyrittiin seuraamaan mahdollisimman tarkasti tätä järjestystä. Kokoonpanon kiireellisyydestä johtuen joitakin poikkeuksia jouduttiin kuitenkin tekemään. Kun järjestyksestä jouduttiin poikkeamaan, varmistuttiin kuitenkin ensin siitä, että työ olisi voitu tehdä määrättyssä järjestyksessä. Kokoonpanojärjestyksen toimivuutta ei kuitenkaan ole testattu sarjatuotantoympäristössä, jossa laitteet tullaan tulevaisuudessa kokoonpanemaan. Edelliseen 0-sarjan laitteeseen tehtiin myös selvitys kokoonpanojärjestyksestä, josta saatujen palautteiden mukaan kokoonpanojärjestystä muutettiin. Tämän työn aikana seurattiin siis tätä päivitettyä järjestystä. Tässä työssä käsitellyssä laitteessa oli optiolaitteita, joiden kokoonpanojärjestyksen toimivuutta ei aikaisemissa 0-sarjan laitteissa ole voitu arvioida.

Liitteessä 3 on tarkempi selvitys tämän työn aikana havaituista muutoksista ja kokoonpanojärjestyksen arvioinnista, johon katsottiin muutos tarpeelliseksi, tai sitä ei oltu edellisen 0-sarjan laitteen yhteydessä arvioitu.

### **9.1 Kokoonpanojärjestyksen toimivuus**

Tämän työn aikana käytetty kokoonpanojärjestys on päivitetty edellisen 0-sarjan laitteen arvioinnin perusteella. Kokoonpanojärjestystä pyrittiin seuraamaan tarkkaan, ja järjestys havaittiin pääosin hyvin toimivaksi. Ensimmäinen tuotantolinjalla koottava uudenmallinen laite varmistaa järjestyksen toimivuuden ja tuo esille mahdolliset havaitsemattomat epäkohdat.

## 10. YHTEENVETO

Uuden laitteen saattaminen toimivaksi kokonaisuudeksi ja sen siirtäminen tuotantoon on pitkä prosessi, joka vaatii paljon kehitys- ja suunnittelutyötä. Ei riitä, että pelkkä laite on toimiva kokonaisuus, vaan kaikkien laitteeseen liittyvät osa-alueidenkin on oltava kunnossa, jotta se olisi tuotantoon sopiva.

Tämä työ on ollut kestoaltaan hieman ennakoitua laajempi, koska tarkkailtavia kehityskohteita ilmeni useita. Joidenkin asioiden ratkaisun hakeminen edellytti toiseen asiaan perehtymistä. Kokonaisuudessaan projekti oli erittäin mielenkiintoinen, laaja ja opettavainen. Työn aikana opin käyttämään tuotannon varasto-ohjelmaa, tuotetiedon hallintajärjestelmää ja verkkosovelluksia. Sain laajan käsityksen laitteen toiminnasta ja ominaisuuksista. Sain myös selvän kuvan tuotannon eri prosesseista ja siitä kuinka kokonaisuus toimii. Mielestäni onnistuin työssäni hyvin. Kaikkiin laitteeseen liittyviin osa-alueisiin saatiin aikaan huomattavia parannuksia, vaikkakaan kaikkiin alueisiin en ehtinyt täysin perehtyä.

Mielestäni tämän työn aikana tehdyn kehitystyön ja tiedonkeruun ansiosta laite on suuren askeleen verran lähempänä tuotantokelpoista laitetta. Mielestäni uudenmallinen kallioporavaunu ei vielä ole sarjatuotantokelpoinen ja vaatii vielä vähintään yhden 0-sarjan laitteen, jossa arvioidaan muutosten, moduulien ja järjestelmän toimivuutta. Uskon, että seuraavat laitteet ovat jo lähellä tuotantokelpoista laitetta.

## LÄHDELUETTELO

### Painamattomat lähteet

1. Sandvik Mining and Construction

### Painetut lähteet

2. Vehkakoski Janne, Uuden tuotteen Valmistettavuuden arviointi, tutkintotyö 2007, Tampereen Ammattikorkeakoulu.
3. Vataja Ville, Uuden tuotteen Valmistuksen seuranta ja arviointi, tutkintotyö 2005, Tampereen ammattikorkeakoulu.

### Sähköiset lähteet

4. Sandvik Mining and Construction Oy, [www-sivu]. [viitattu 11.3.2008] saatavissa: [www.sandvik.com](http://www.sandvik.com)
5. <http://pedawiki.wikispaces.com/Hydrauliikkaj%C3%A4rjestelm%C3%A4t> [www-sivu]. [viitattu 11.1.2008]





